



(11) **EP 2 808 873 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**03.12.2014 Patentblatt 2014/49**

(51) Int Cl.:  
**H01B 1/02 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **13305693.7**

(22) Anmeldetag: **28.05.2013**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB  
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO  
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**BA ME**

• **Placke, Wolfgang**  
**49565 Bramsche (DE)**

(74) Vertreter: **Döring, Roger**  
**Weidenkamp 2**  
**30855 Langenhagen (DE)**

(71) Anmelder: **Nexans**  
**75008 Paris (FR)**

Bemerkungen:  
Geänderte Patentansprüche gemäss Regel 137(2)  
EPÜ.

(72) Erfinder:  
• **Tepe, Henning**  
**49577 Ankum (DE)**

(54) **Elektrisch leitfähiger Draht und Verfahren zu seiner Herstellung**

(57) Es wird ein elektrisch leitfähiger Draht (D) angegeben, welcher auf der Basis von Kupfer aufgebaut ist und welcher einen Kern (1) sowie eine metallisch mit demselben verbundene und denselben rundum umgebende Schicht (2) aufweist. Der Kern (1) hat einen zwischen 20 % und 50 % liegenden Anteil am Querschnitt

des Drahtes, während die Schicht (2) einen korrespondierenden, zwischen 80 % und 50 % liegenden Anteil am Drahtquerschnitt aufweist. Der Kern (1) einerseits und die denselben umgebende Schicht (2) andererseits bestehen aus unterschiedlichen Materialien auf der Basis von Kupfer

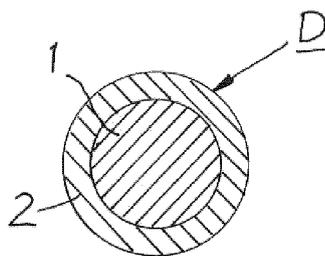


Fig. 1

**EP 2 808 873 A1**

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung bezieht sich auf einen auf der Basis von Kupfer aufgebauten, elektrisch leitfähigen Draht und auf ein Verfahren zu seiner Herstellung.

**[0002]** Ein derartiger Draht wird beispielsweise für elektrische Leiter in unterschiedlichen Formen eingesetzt. Einen solchen Draht enthaltende Kupferleiter sind seit langer Zeit für unterschiedlichste Anwendungen bekannt. Sie werden beispielsweise in elektrischen Verbindungsleitungen, in Nachrichtenkabeln und in Starkstrom- bzw. Hochspannungskabeln eingesetzt. Je nach Einsatzgebiet können Kupferleiter unterschiedliche Querschnitte haben. Sie können als Massivleiter oder auch als Litzenleiter ausgeführt sein, in denen eine größere Anzahl von Kupferdrähten miteinander verseilt ist. Das für die Kupferleiter verwendete Material kann in Abhängigkeit vom Einsatzfall auch unterschiedliche Eigenschaften haben, wobei einerseits beispielsweise eine gute elektrische Leitfähigkeit und andererseits beispielsweise eine hohe mechanische Festigkeit erreicht werden sollen. Elektrisch gut leitende Kupferleiter können beispielsweise auch mit Aluminium kombiniert werden und Kupferleiter mit hoher mechanischer Festigkeit sind beispielsweise mit Stahlelementen verbunden. In allen Fällen ist der Kupferleiter gezielt entsprechend den Anforderungen des jeweiligen Einsatzzwecks aufgebaut.

**[0003]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Kupfer enthaltenden, elektrisch leitfähigen Draht und ein Herstellungsverfahren für denselben anzugeben, der auf einfache Weise an unterschiedliche Eigenschaften angepaßt werden kann.

**[0004]** Zur Lösung dieser Aufgabe wird ein Draht angegeben, welcher einen Kern und eine metallisch mit demselben verbundene und denselben rundum umgebende Schicht aufweist, bei welchem der Kern einen zwischen 20 % und 50 % liegenden Anteil am Querschnitt des Drahtes hat, während die Schicht einen korrespondierenden, zwischen 80 % und 50 % liegenden Anteil am Drahtquerschnitt aufweist, wobei der Kern einerseits und die denselben umgebende Schicht andererseits aus unterschiedlichen Materialien auf der Basis von Kupfer bestehen.

**[0005]** In einer ersten bevorzugten Ausführungsform des Drahtes kann entweder der Kern aus unlegiertem Kupfer und die denselben umgebende Schicht aus einer Kupferlegierung bestehen oder umgekehrt. Die Bezeichnung "unlegiertes Kupfer" als Material für den Draht beschreibt im Sinne der Erfindung grundsätzlich ein Kupfermaterial wie es in der Norm DIN EN 1977: 2013-04 (Tabellen 1 und 2) definiert ist.

**[0006]** In einer zweiten bevorzugten Ausführungsform des Drahtes kann entweder der Kern aus einer ersten Kupferlegierung und die denselben umgebende Schicht aus einer zweiten Kupferlegierung mit gegenüber der ersten Kupferlegierung anderem Legierungsmaterial bestehen oder umgekehrt.

**[0007]** Der Draht nach der Erfindung besteht also ent-

weder aus unlegiertem Kupfer und einer Kupferlegierung oder aus zwei unterschiedlichen Kupferlegierungen. Er ist damit in beiden Fällen aus zwei unterschiedlichen Kupfermaterialien aufgebaut, wobei er durch Variation der Anteile der unterschiedlichen Kupfermaterialien mit unterschiedlichen Eigenschaften ausgeführt werden kann. Es werden dazu lediglich die beiden unterschiedlichen, auf Kupfer basierende Materialien eingesetzt, die allein mit ihren variablen Anteilen am Gesamtquerschnitt des Drahtes sowie ihrer austauschbaren Anordnung im Kern oder in der denselben umgebenden Schicht die unterschiedlichen Eigenschaften des Drahtes ermöglichen. Unterschiedliche Eigenschaften sind dabei die elektrische Leitfähigkeit einerseits und die mechanischen Eigenschaften andererseits. Ein größerer Anteil an Kupfer führt zu einer verbesserten elektrischen Leitfähigkeit, während ein erhöhter Anteil einer Kupferlegierung die mechanischen Eigenschaften des Drahtes beeinflusst.

**[0008]** Zur Herstellung des Drahtes wird in bevorzugter Ausführungsform zunächst ein Kern vorgefertigt, der entweder aus unlegiertem Kupfer oder aus einer Kupferlegierung besteht. Der Kern wird anschließend durch ein das für die äußere Schicht vorgesehene Material in schmelzflüssigem Zustand enthaltendes Bad hindurchgezogen, in welchem rundum eine Schicht auf denselben aufgebracht wird, die beispielsweise bei einem Kern aus unlegiertem Kupfer aus einer Kupferlegierung und bei einem Kern aus einer Kupferlegierung aus unlegiertem Kupfer besteht. Das gilt analog auch, wenn für den Kern und die denselben umgebende Schicht zwei unterschiedliche Kupferlegierungen eingesetzt werden.

**[0009]** Der aus dem Kern und der denselben umgebenden Schicht bestehende Draht kann nach Verlassen des Bades zur Reduzierung seines Durchmessers einer Walzeneinheit zugeführt werden.

**[0010]** Der Durchmesser des Drahtes kann mit Vorteil in einer zusätzlichen Ziehvorrichtung wesentlich auf ein Maß reduziert werden, mit welchem er zur Herstellung eines aus einer Vielzahl von Drähten bestehenden elektrischen Litzenleiters geeignet ist.

**[0011]** Durch gezieltes Glühen kann außerdem beispielsweise die den Kern umgebende Schicht des Drahtes weichgeglüht werden, während der Kern hart bleibt. Es ist aber auch möglich, den Kern weich zu glühen, während das Material der äußeren Schicht hart bleibt.

**[0012]** Ausführungsbeispiele der Erfindungsgegenstände einschließlich eines Verfahrens zur Herstellung derselben sind in den Zeichnungen dargestellt.

**[0013]** Es zeigen:

Fig. 1 einen Schnitt durch einen Draht nach der Erfindung.

Fig. 2 schematisch eine Anordnung für ein Verfahren zur Herstellung eines Drahtes nach Fig. 1.

**[0014]** In Fig. 1 ist ein Querschnitt eines elektrisch leitfähigen Drahtes D dargestellt, der einen Kern 1 und eine denselben rundum umgebende Schicht 2 aufweist. Kern

1 und Schicht 2 sind metallisch miteinander verbunden. Sie bestehen aus unterschiedlichen Materialien auf der Basis von Kupfer.

**[0015]** In einer ersten Ausführungsform des Drahtes D besteht der Kern 1 aus unlegiertem Kupfer, während die Schicht 2 aus einer Kupferlegierung besteht. Diese Ausführungsform des Drahtes D kann durch Austausch der beiden angegebenen Materialien variiert sein. Der Kern 1 besteht dann aus einer Kupferlegierung während die Schicht 2 aus unlegiertem Kupfer besteht.

**[0016]** Als Legierungsmaterialien für die Kupferlegierung können mit Vorteil Silber oder Zinn oder Magnesium eingesetzt werden. Diese Legierungsmaterialien bewirken gegenüber dem Einsatz von nur unlegiertem Kupfer verbesserte mechanische Eigenschaften des Drahtes D, insbesondere bezogen auf dessen Zugfestigkeit, seine Bruchkraft und/oder seine Wechselbiegefestigkeit.

**[0017]** In einer zweiten Ausführungsform des Drahtes D bestehen Kern 1 und Schicht 2 aus zwei unterschiedlichen Kupferlegierungen, für welche die im Vorangehenden angegebenen Legierungsmaterialien eingesetzt werden können und die analog zur ersten Ausführungsform des Drahtes D wahlweise im Kern 1 oder in der Schicht 2 eingesetzt sein können. So können beispielsweise der Kern 1 aus einer Kupfer-Zinn-Legierung und die Schicht 2 aus einer Kupfer-Silber-Legierung bestehen oder umgekehrt.

**[0018]** Bei einer Silber enthaltenden Kupferlegierung erhöht sich beispielsweise insbesondere die Zugfestigkeit des Drahtes D, während seine elektrische Leitfähigkeit nicht wesentlich beeinflusst wird. Eine demgegenüber erhöhte Zugfestigkeit des Drahtes D ergibt sich beispielsweise bei Einsatz von Zinn in der Kupferlegierung, bei allerdings verringerter elektrischer Leitfähigkeit. Der Zusatz von Magnesium zur Kupferlegierung erhöht beispielsweise die Wechselbiegeeigenschaft des Drahtes D, bei einer elektrischen Leitfähigkeit, welche der Kupferlegierung mit Zinn als Legierungsmaterial entspricht.

**[0019]** Die Abmessungen von Kern 1 und Schicht 2 können bei gleichbleibenden Abmessungen des Drahtes D unterschiedlich sein. So hat der Kern 1 in allen Ausführungsformen einen zwischen 20 % und 50 % liegenden Anteil am Gesamtquerschnitt des Drahtes D. Der Anteil der Schicht 2 liegt dann zwischen 80 % und 50 %.

**[0020]** Der Draht D kann entsprechend Fig. 2 beispielsweise wie folgt hergestellt werden:

**[0021]** Ein vorgefertigter, drahtförmiger Kern 1 aus unlegiertem Kupfer wird beispielsweise in Richtung des Pfeiles P von einer nicht mit dargestellten Spule abgezogen und einem Bad 3 zugeführt, in dem eine Kupferlegierung in schmelzflüssigem Zustand enthalten ist. Der Kern 1 wird durch das Bad 3 hindurchgezogen, wodurch die Schicht 2 rundum auf denselben aufgebracht wird. Sie verbindet sich metallisch mit dem Kern 1. Die Dicke der Schicht 2 wird dabei über die Geschwindigkeit eingestellt, mit welcher der Kern 1 durch das Bad 3 gezogen wird. Das bedeutet, daß die Schicht 2 um so dicker ist, je langsamer der Kern 1 durch das Bad 3 gezogen wird.

Dieses Verfahren gilt analog für einen Kern 1 aus der Kupferlegierung und ein unlegiertes Kupfer in schmelzflüssigem Zustand enthaltendes Bad 3 zur Erzeugung der Schicht 2. Es gilt analog auch für die zweite Ausführungsform des Drahtes 2 mit zwei unterschiedlichen Kupferlegierungen.

**[0022]** Der nach dem Verlassen des Bades 3 fertige Draht D könnte nach ausreichender Abkühlung der Schicht 2 auf eine Spule aufgewickelt werden. Er kann aber mit Vorteil zunächst noch durch eine Walzeneinheit 4 gezogen werden, in welcher der Durchmesser des Drahtes D reduziert und gleichzeitig der metallische Verbund zwischen Kern 1 und Schicht 2 verfestigt werden.

**[0023]** Der Draht D kann zusätzlich auch noch durch eine in Fig. 2 gestrichelt eingezeichnete Ziehvorrichtung 5 gezogen werden, in welcher sein Durchmesser deutlich reduziert wird. Ein solcher Draht mit beispielsweise einem Durchmesser von 0,1 mm kann mit Vorteil mit einer größeren Anzahl von gleich bemessenen Drähten beispielsweise zu einem elektrischen Litzenleiter verarbeitet werden.

**[0024]** Die Eigenschaften des Drahtes D können weiterhin durch gezieltes Glühen eingestellt werden, um beispielsweise einen "halbharten" Draht zu erhalten. Dabei kann beispielsweise für einen Draht D mit erhöhter Festigkeit der Kern 1 hart bleiben, während die Schicht 2 zur Beeinflussung ihrer Dehnungs- bzw. Flexibilitätseigenschaften weichgeglüht wird. Es ist aber auch möglich, den Kern 1 weich zu glühen und die Schicht 2 davon unbeeinflusst, also hart zu belassen.

**[0025]** Im Folgenden wird ein Beispiel für den Aufbau des Drahtes D mit Abmessungen angegeben, die er nach Verlassen der Walzeneinheit 4 hat. Sein Durchmesser beträgt in diesem Beispiel 8,0 mm:

**[0026]** Der aus unlegiertem Kupfer oder aus einer Kupferlegierung bestehende Kern 1 hat einen Durchmesser von 4,89 mm. Seine Querschnittsfläche beträgt damit 18,81 mm<sup>2</sup>.

**[0027]** Der Anteil des Kerns 1 am Gesamtquerschnitt des Drahtes D liegt dementsprechend bei 37 %. Die aus einer Kupferlegierung oder aus unlegiertem Kupfer bestehende Schicht 2 hat eine Dicke von 1,55 mm. Sie hat eine Querschnittsfläche von 31,45 mm<sup>2</sup> und einen Anteil von 63 % am Gesamtquerschnitt des Drahtes D.

### Patentansprüche

1. Elektrisch leitfähiger Draht (D), welcher auf der Basis von Kupfer aufgebaut ist und welcher einen Kern (1) sowie eine metallisch mit demselben verbundene und denselben rundum umgebende Schicht (2) aufweist, bei welchem der Kern (1) einen zwischen 20 % und 50 % liegenden Anteil am Querschnitt des Drahtes hat, während die Schicht (2) einen korrespondierenden, zwischen 80 % und 50 % liegenden Anteil am Drahtquerschnitt aufweist, wobei der Kern (1) einerseits und die denselben umgebende Schicht

- (2) andererseits aus unterschiedlichen Materialien auf der Basis von Kupfer bestehen.
2. Draht nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die unterschiedlichen Materialien unlegiertes Kupfer und/oder eine Kupferlegierung sind. 5
3. Draht nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** entweder der Kern (1) aus unlegiertem Kupfer und die denselben umgebende Schicht (2) aus einer Kupferlegierung besteht oder umgekehrt. 10
4. Draht nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** entweder der Kern (1) aus einer ersten Kupferlegierung und die denselben umgebende Schicht (2) aus einer zweiten Kupferlegierung mit gegenüber der ersten Kupferlegierung anderem Legierungsmaterial besteht oder umgekehrt. 15  
20
5. Draht nach einem der Ansprüche 2 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** als Legierungsmaterial für die Kupferlegierung Silber eingesetzt ist.
6. Draht nach einem der Ansprüche 2 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** als Legierungsmaterial für die Kupferlegierung Zinn eingesetzt ist. 25
7. Draht nach einem der Ansprüche 2 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** als Legierungsmaterial für die Kupferlegierung Magnesium eingesetzt ist. 30
8. Verfahren zur Herstellung eines Drahtes nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, daß** die den Kern (1) im fertigen Draht (D) umgebende Schicht (2) in einem das entsprechende Material in schmelzflüssigem Zustand enthaltenden Bad (3) auf den vorgefertigten Kern (1) aufgebracht wird, der dazu durch das Bad gezogen wird. 35  
40
9. Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Draht (D) nach Aufbringung der den Kern (1) umgebenden Schicht (2) zur Reduzierung seines Durchmessers durch eine Walzeinheit (4) bewegt wird. 45
10. Verfahren nach Anspruch 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Draht (D) einem Glühprozeß unterzogen wird, durch welchen die den Kern (1) umgebende Schicht (2) ohne Einwirkung auf den Kern weich gegläht wird. 50
11. Verfahren nach Anspruch 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Draht (D) einem Glühprozeß unterzogen wird, durch welchen der Kern (1) ohne Einwirkung auf die denselben umgebende Schicht (2) weich gegläht wird. 55
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Durchmesser des Drahtes (D) in einer Ziehvorrichtung (5) weiter reduziert wird.

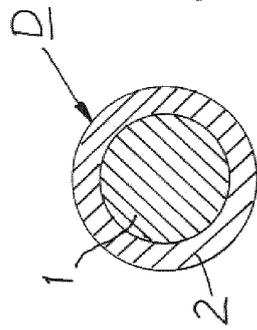


Fig. 1

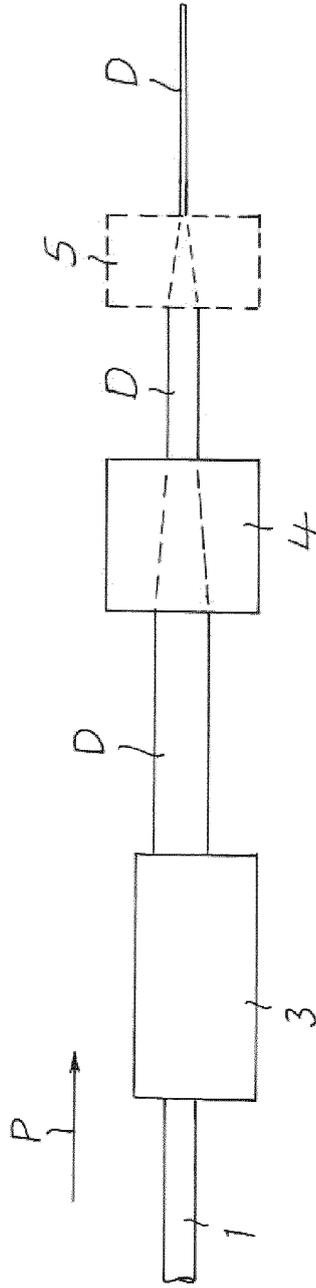


Fig. 2



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 13 30 5693

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	DE 20 2011 108573 U1 (ELEK SOLA FEINDRAHT AG [CH]) 16. Januar 2012 (2012-01-16) * Absatz [0037] - Absatz [0062]; Ansprüche 1-15 *	1-12	INV. H01B1/02
X	----- GB 508 330 A (PHILIPS NV) 29. Juni 1939 (1939-06-29) * das ganze Dokument *	1-12	
X	----- DE 20 2006 016454 U1 (NEXANS [FR]) 4. Januar 2007 (2007-01-04) * Absatz [0005] - Absatz [0018]; Ansprüche 1-6 *	1-12	
Y	----- EP 1 717 020 A1 (NEXANS SA [FR]) 2. November 2006 (2006-11-02) * Absatz [0022]; Ansprüche 1-14 *	1-12	
Y	----- US 2007/202349 A1 (CHEN GA-LANE [US]) 30. August 2007 (2007-08-30) * Ansprüche 1-16 *	1-12	
Y	----- EP 2 285 180 A1 (NEXANS [FR]) 16. Februar 2011 (2011-02-16) * Ansprüche 1-4 *	1-12	RECHERCHIERTER SACHGEBIETE (IPC) H01B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 24. Oktober 2013	Prüfer Kövecs, Monika
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument ..... & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.02 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 13 30 5693

5

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.  
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

24-10-2013

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 202011108573 U1	16-01-2012	KEINE	
-----			
GB 508330 A	29-06-1939	KEINE	
-----			
DE 202006016454 U1	04-01-2007	KEINE	
-----			
EP 1717020 A1	02-11-2006	AT 387312 T	15-03-2008
		DE 602006000576 T2	23-04-2009
		EP 1717020 A1	02-11-2006
		ES 2302311 T3	01-07-2008
		FR 2884738 A1	27-10-2006
		JP 2006313745 A	16-11-2006
		US 2007000127 A1	04-01-2007
-----			
US 2007202349 A1	30-08-2007	CN 101026025 A	29-08-2007
		US 2007202349 A1	30-08-2007
-----			
EP 2285180 A1	16-02-2011	KEINE	
-----			

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82